

ZUBIA	8	49-71	Logroño	1990
-------	---	-------	---------	------

HUELLAS DE DINOSAURIO EN SOTO DE CAMEROS (LA RIOJA, ESPAÑA)*

M^a Lourdes Casanovas Cladellas**

Rubén Ezquerro Miguel***

Arturo Fernández Ortega***

Félix Pérez-Lorente***

J. Vicente Santafé Llopis**

RESUMEN

Cerca de Soto en Cameros (La Rioja, España) hay un yacimiento con 53 huellas de dinosaurios que denominamos SOTO.1. Este trabajo, que se enmarca en la línea de investigación sobre icnitas de vertebrados del Weald de Cameros compartida por el Instituto de Paleontología de Sabadell y el Colegio Universitario de La Rioja, analiza tal yacimiento. En él se encuentran huellas poco marcadas, pero suficientemente claras para ser estudiadas. Sin embargo, la poca continuidad de las rastrilladas y el escaso número de pisadas imposibilita mejores conclusiones. Para examinar las huellas se ha hecho un levantamiento cartográfico a escala 1:12'5, el cual ha servido para su reproducción y análisis. Se concluye con la clasificación de las pisadas (30 de Theropoda, 14 de Ornithopoda y 9 no asignadas a ningún suborden) y con la discusión sobre la velocidad deducida, en ocasiones anormalmente grande y variable según se utilice uno u otro método para calcularla.

Palabras clave: dinosaurios, huellas, Weald, La Rioja, España.

A new site (Soto 1) with 53 dinosaurs footprints has been located near Soto de Cameros (La Rioja, Spain). In the present work, these footprints has been studied, by the members of the dinosaur footprints research group of the Instituto de Paleontología de Sabadell and the Colegio Universitario de La Rioja. The prints are not well pronounced but the are sufficiently clear for description and analysis. Footprints have been reproduced to a 1:12'5 ratio. The conclusions are reduced by the short trackways and the small number of impressions. However, we have first determined and classified 30 Theropoda, 14 Ornithopoda and 9 indetermined dinosaurs footprints, and second, we develop a discussion for the results of velocity, based on normal calculations of dinosaurs speed and gait.

Key words: Dinosaurs, footprints, Weald, La Rioja, España.

* Recibido el 23 de Agosto de 1990. Aprobado el 19 de Octubre de 1990.

** Instituto Paleontológico de Sabadell. Escuela Industrial, 23. 08201 Sabadell (Barcelona).

*** Colegio Universitario de La Rioja. C/ Obispo Bustamante, 3. 26001 Logroño (La Rioja).

0. INTRODUCCIÓN

Actualmente se están investigando los yacimientos de huellas de dinosaurio de La Rioja por parte del equipo del Instituto de Paleontología de Sabadell y del Colegio Universitario de La Rioja. De estos trabajos han derivado una serie de publicaciones sobre este tema (Casanovas et al., 1985, 1989 a, 1989 b, 1989 c).

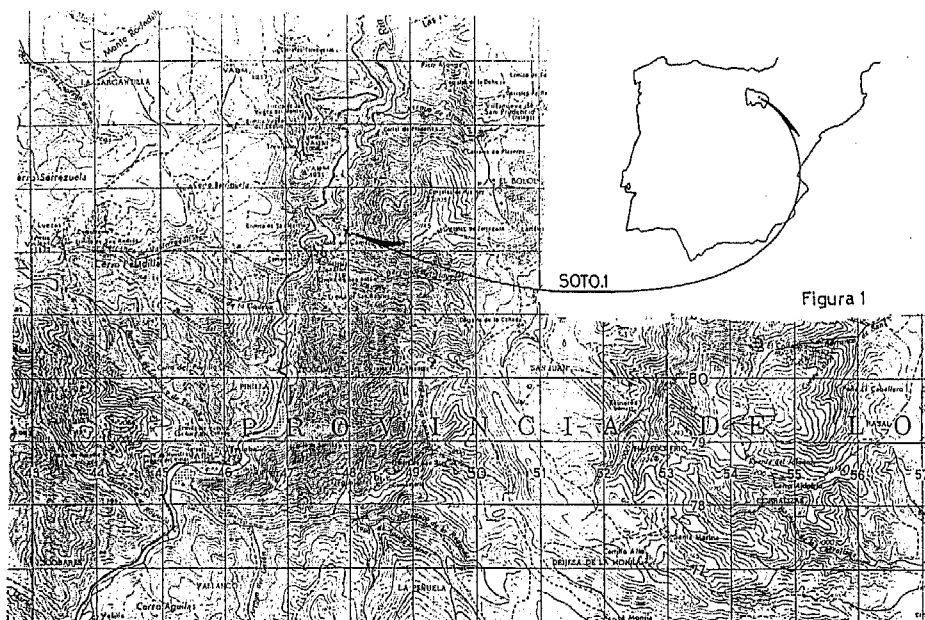
En este estudio se ha seguido el tratamiento de Haubold (1971) y de Casanovas et al (1989 b) para la clasificación del tipo de huellas, y se ha renunciado a su clasificación binómica latina al tener en cuenta la opinión expresada por Sarjeant (1989). En el cálculo de la velocidad, se utilizan las fórmulas proporcionadas por Alexander (1976), Demathieu (1986) y Thulborn (1984). El concepto orientación de las huellas se considera que tiene valor negativo si el eje del pie converge hacia el sentido de la marcha.

Existe dificultad para determinar la edad de las rocas en donde se encuentran estas huellas a pesar de los trabajos de Kneuper-Haack (1966) y Brenner (1976), y de la discusión por parte de autores franceses (Salomon, 1982; Guiraud, 1983) o por otros trabajos más modernos (Guiraud et al. 1985; Goldberg et al., 1989). Con todo se consideran situadas en sedimentos del Cretácico Inferior.

1. LOCALIZACIÓN

1.1. Localización geográfica

El yacimiento, denominado Soto.1, se encuentra cerca del pueblo de Soto de Cameros, enclavado en la comarca riojana de Cameros. Está situado en la Hoja nº 242 (Munilla) del Mapa Topográfico Nacional de escala 1:50.000. Las coordenadas UTM del punto son 30TWM479823 y el yacimiento completo comprende dos partes de un estrato que aflora a la izquierda del camino de Soto a Zenzano, sobre el inicio del cañón del río Leza (fig. 1).

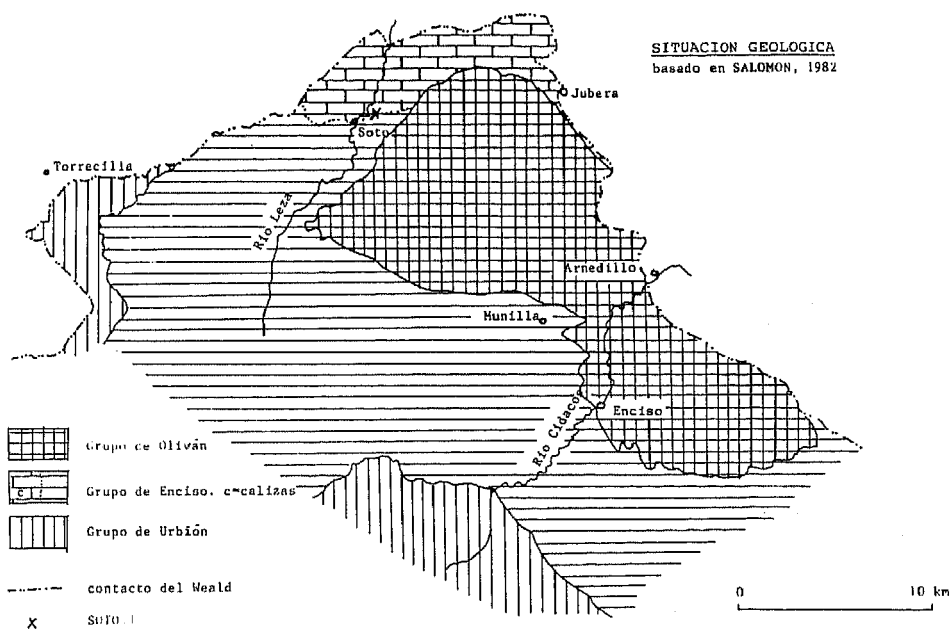


1.2. Localización geológica

Las huellas se encuentran impresas en rocas de facies Weald del Grupo de Enciso, en un estrato cuya orientación es N105E que buza 45°S. Localizadas hacia la parte superior del Grupo, y cerca de un cambio de facies muy notable que tiene lugar entre un conjunto calcáreo (donde están las huellas) y otro rico en rocas silíceas.

La primera datación de las facies Weald de Cameros se debe a Sánchez-Lozano (1894) que dividió el conjunto en cinco grupos. Posteriormente Beuther (1966) y Tischer (1966) les dieron el nombre que hoy se utiliza. Los trabajos más recientes de Salomon (1982) y Guiraud (1983) inciden sobre el cambio de facies entre parte de los grupos y modifican la edad asignada (Valanginiense-Barremiense para Salomon; Valanginiense Inferior para Guiraud). En un trabajo posterior (Guiraud et al., 1985) se inclina de nuevo por la atribución Valanginiense-Barremiense y parece querer atribuirle una edad más moderna en otro trabajo que publica con Goldberg et al. (1988).

No obstante todos los autores están de acuerdo en que se trata de Cretácico Inferior, en un intervalo de tiempo que comprende desde el Valanginiense inferior al Albiense. Este último se ha deducido a partir de la edad del metamorfismo de Cameros (100 m.a.), sin-sedimentario o ligeramente posterior a la sedimentación de la facies Weald (Goldberg et al., 1988) (Fig. 2).



2. ESTUDIO ICNOLÓGICO

En el yacimiento de Soto.1 hay 53 huellas que clasificadas según los criterios de Haubold (1971) y siguiendo las especificaciones de Casanovas et al. (1989 b) se distribuyen

como sigue: 30 Theropoda, 14 Ornithopoda y 9 huellas de dinosaurio de asignación dudosa. Para diferenciar Coelurosauria del resto de Theropoda utilizamos el criterio del tamaño de la huella, y para diferenciar Tyrannosauroida (con almohadillas) de Megalosauroida, la presencia o no de almohadillas.

2.1. Suborden *Theropoda* Marsch, 1881

2.1.1. Superfamilia *Tyrannosauroida* Walker, 1964

Huellas con el talón formado por la prolongación de los dedos III y IV que parecen formar una V de ramas desiguales.

2.1.1.1. Las huellas de la rastrillada B cumplen que: $(1-a) / a$ va de -0,16 a 0,16; terminación aguda de los dedos; y III / I entre 0,5 y 0,75. Las rastrilladas A, F, L, cumplen que: $(1-a) / a$ va de 0,16 a 0,7; III / I entre 0,5 y 0,75; y el ángulo de paso grande. Dentro de esta superfamilia Tyrannosauroida, consideramos también el conjunto de huellas aisladas: a, b, d, g, j, k, amparándonos en el criterio morfológico citado como característica de la superfamilia, aunque no pueda deducirse de qué dígitos se trata en cada una. Los datos relativos a las rastrilladas han de ser considerados con la limitación que supone el que estén formadas por pocas huellas (máximo de tres). La disposición de las almohadillas en los dedos es 2,3,2. El ángulo entre los dedos es pequeño II-IV, menor de 55° (51, 40, 55, 39) y la relación z / l es relativamente alta; enormemente grande en la rastrillada L, hecho que ya se comenta en su descripción. Por las características citadas las asociamos con las huellas T₁ del trabajo de Casanovas et al. (1989 b).

2.1.1.2. Tienen tamaño suficiente para no considerarlas dentro del infraorden Coelurosauria. Sus características morfológicas no permiten asociarlas al grupo que hemos denominado T₁ ya que parecen mostrar la impresión de hallux. Este último carácter las acerca a las características del grupo T₃.

2.1.1.3. La huella h, tiene almohadillas en los dedos que, aunque anchos, siguen siendo relativamente largos. Como se trata de una huella aislada, no se pretende una clasificación mayor que la de Tyrannosauroida indet.

2.1.2. Superfamilia *Megalosauroida* Nopcsa, 1928

2.1.2.1. Las huellas de la rastrillada D, son grandes y de dedos anchos; tienen terminación de forma redondeada, aunque interrumpida por un saliente picudo muy pequeño (fig. 5) sin duda debido a la terminación de la uña. La primera de las huellas se podría confundir con *Iguanodon*, pero las características de la segunda en la que se aprecian dedos más largos, talón entrante, sin posibilidad de estar formada por las almohadillas plantares de *Iguanodon* hacen que no sea posible tal identificación. La forma de los dedos, la marca de saliente picudo debido a las uñas, y el tamaño de la huella permiten asociarlas a *Megalosaurus* Buckland, 1824 (cf. Haubold, 1971). Son del mismo tipo que las M₅ de Casanovas et al., (1989 b).

2.1.2.2. Las huellas de la rastrillada H son morfológicamente distintas entre sí debido probablemente al estado del sedimento durante el desplazamiento del dinosaurio. No hay criterios definitorios para poder hacer mayores precisiones que atribuirles a Megalosauroida.

2.1.3. *Theropoda* indet.

2.1.3.1. De las huellas de la rastrillada I, la primera tiene las características propias de los terópodos. No hay datos para mayores precisiones.

2.1.3.2. La huella aislada L, tiene las siguientes características: pequeña; dedos delgados; ángulo pequeño entre los dedos II y IV; terminación afilada de los dedos. Es posible que sea de un coelurosaurio.

2.2. Suborden *Ornithopoda* Marsch, 1878

Hay cuatro rastrilladas y dos huellas aisladas (c, i) atribuibles a este suborden. Dentro de él se pueden hacer diferencias.

2.2.1. La rastrillada K está formada por huellas típicas de la familia *Iguanodontidae* en cuanto al número de almohadillas, talón, y características métricas y angulares de los pies y de la rastrillada. Por todo ello se asocian al conjunto O de Casanovas et al. (1989 b).

2.2.2. Las rastrilladas P y Q muestran huellas de gran amplitud, en las que se ven los dedos anchos, aparentemente formados por una sola almohadilla. Cabría la posibilidad de que estuvieran unidos por una membrana. Como en los casos anteriores, la poca profundidad de las huellas y su escasez no permite asegurarlo. No hay tampoco criterios (estrías, acumulación de barro, etc.) que permitan decir que la huella es debida no solo a la pisada sino también que esté implicado el giro o restablón del pie. Aunque se habla de la posibilidad de membrana, se hace solamente con la intención de tener en cuenta cualquier hecho que influya en la forma de la icnita. Somos conscientes de que hasta ahora, los únicos dinosaurios conocidos con membrana interdigital en los pies son los hadrosáuridos, que además se han encontrado solamente en el Cretácico Superior.

2.2.3. La rastrillada G es típica de *Ornithopoda* (cf. Haubold, 1971) por la existencia de las cuatro almohadillas relativamente diferenciadas, lo que puede observarse con más claridad en la huella central. La terminación de los dedos es en uña redondeada y pequeña. Como en el caso de las huellas anteriores, algunas de estas dan la impresión de haberse producido por pies palmeados. Resulta interesante la enorme magnitud del paso y de la zancada.

2.3. *Dinosauria* indet

Hay cuatro rastrilladas cuya clasificación es muy dudosa. Son las denominadas C, E, M, N. Todas ellas están formadas por huellas pequeñas en algunas de las cuales sus dedos terminan en una punta producida por la uña. Los dígitos no son distintivos en tanto en cuanto podrían pertenecer a ornitópodos o a terópodos en función de su longitud y anchura. De la misma manera, el ángulo entre ellos tampoco es suficientemente definitorio. El número de almohadillas que se les puede atribuir es reducido.

Finalmente se citan: la rastrillada O, constituida por dos huellas, una cortada por una diacna y otra de la que sólo se conserva un parte amorfa; y dos huellas aisladas sigladas f, e.

Tabla 1: Rastrillada A del yacimiento Soto.1. Número de huellas: 3. Figuras 3, 13

	Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (1)	29,0	24,0	27,0
Anchura del pie (a)	22,0	21,0	21,0
Longitud de los dedos			
II	16,0	12,0	14,0
III	19,0	19,0	19,0
IV	16,0	10,0	13,0
Ángulo entre los dedos			
II-III	22	19	20
III-IV	32	22	27
II-IV	54	49	51
Zancada			
izquierda			
derecha			233
Paso			
izquierdo-derecho			116
derecho-izquierdo			117
Amplitud de rastrillada			0
Luz de rastrillada			21
Ángulo de paso			
izquierdo			180
derecho			
Orientación			
izquierdo			0
derecho			
Terminación de los dedos	Redondeada, con uñas		
Forma de los dedos	Normal		
Talón	Redondeado, cuando se impresiona		
Tipo de pisada	Digitígrada		
Observaciones	Uñas claras; almohadillas ¿2?, 3, 2		

Tabla 2: Rastrillada B del yacimiento Soto.1. Número de huellas: 3. Figuras 4, 13

	Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (1)	27,0	24,0	26,0
Anchura del pie (a)	25,0	21,0	23,0
Longitud de los dedos			
II	11,0	9,0	11,0
III	18,0	15,0	16,0
IV	14,0	11,0	12,0
Ángulo entre los dedos			
II-III	11	5	7
III-IV	41	18	33
II-IV	51	24	40
Zancada			
izquierda			
derecha			
Paso			
izquierdo-derecho			81
derecho-izquierdo			
Amplitud de rastrillada			
Luz de rastrillada			
Ángulo de paso			
izquierdo			
derecho			
Orientación			
izquierdo			
derecho			
Terminación de los dedos	Redondeada, con uñas		
Forma de los dedos	Normal		
Talón	Saliente y redondeado, cuando se aprecia		
Observaciones	Almohadillas 2, 3, ¿?		

Tabla 3: Rastrillada C del yacimiento Soto.1. Número de huellas: 2. Figuras 5, 13

	Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (1)	26,0	21,0	24,0
Anchura del pie (a)			17,0
Longitud de los dedos			
II			15,0
III	16,0	14,0	15,0
IV			10,0
Ángulo entre los dedos			
II-III	28	25	26
III-IV			23
II-IV			48
Zancada izquierda			
derecha			
Paso izquierdo-derecho			86
derecho-izquierdo			
Amplitud de rastrillada			
Luz de rastrillada			
Ángulo de paso izquierdo			
derecho			
Orientación izquierdo			
derecho			
Terminación de los dedos	Redondeada		
Forma de los dedos	Anchos		
Observaciones	Uñas grandes; ángulo de los dedos pequeño; dedos anchos y sin falanges		

Tabla 4: Rastrillada D del yacimiento Soto.1. Número de huellas: 2. Figuras 5, 13

	Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (1)	27,0	26,0	27,0
Anchura del pie (a)	29,0	27,0	28,0
Longitud de los dedos			
II			15,0
III	17,0	15,0	16,0
IV			15,0
Ángulo entre los dedos			
II-III			31
III-IV			35
II-IV	66	61	63
Zancada izquierda			
derecha			
Paso izquierdo-derecho			
derecho-izquierdo			
Amplitud de rastrillada			
Luz de rastrillada			
Ángulo de paso izquierdo			
derecho			
Orientación izquierdo			
derecho			
Terminación de los dedos	Redondeada, con uñas		
Forma de los dedos	Anchos		
Talón	Redondeado		
Observaciones	Megalosaurio; posiblemente <i>Megalosaurus</i> por su parecido a <i>Iguanodontidae</i> ; lo diferencian de ornitópodos los dedos largos, las uñas picudas y el ángulo II-IV.		

Tabla 5: Rastrillada E del yacimiento Soto.I. Número de huellas: 3. Figuras 6, 13

	Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (1)	21,0	19,0	20,0
Anchura del pie (a)	19,0	16,0	17,0
Longitud de los dedos			
II	6,0	5,0	5,0
III	12,0	10,0	11,0
IV	14,0	9,0	11,0
Ángulo entre los dedos			
II-III	34	32	33
III-IV	42	24	32
II-IV	74	58	66
Zancada izquierda			
derecha			
Paso izquierdo-derecho			69
derecho-izquierdo			
Amplitud de rastrillada			
Luz de rastrillada			
Ángulo de paso izquierdo			
derecho			
Orientación izquierdo			
derecho			
Terminación de los dedos	Redondeada, sin uñas		
Forma de los dedos	Recios y cortos		
Observaciones	Huella pequeña; con almohadillas; sin uñas; dedos largos; ángulo entre dedos pequeño		

Tabla 6: Rastrillada F del yacimiento Soto.I. Número de huellas: 3. Figuras 7, 13

	Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (1)	26,0	22,0	24,0
Anchura del pie (a)	20,0	17,0	18,0
Longitud de los dedos			
II	12,0	11,0	12,0
III	15,0	12,0	14,0
IV	9,0	7,0	8,0
Ángulo entre los dedos			
II-III	31	31	31
III-IV	15	12	14
II-IV	70	41	55
Zancada izquierda			
derecha			
Paso izquierdo-derecho			131
derecho-izquierdo			
Amplitud de rastrillada			
Luz de rastrillada			
Ángulo de paso izquierdo			
derecho			
Orientación izquierdo			
derecho			
Terminación de los dedos	Redondeada		
Talón	Redondeado		
Observaciones	Dedos largos y separados; aunque no hay almohadillas, probablemente sea de la misma especie que las huellas de las rastrilladas A y B. Por la mala calidad de la impresión es posible que el ángulo entre los dedos sea menor		

Tabla 7: Rastrillada G del yacimiento Soto.1. Número de huellas: 3. Figuras 8, 13

		Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (1)		25,0	21,0	22,0
Anchura del pie (a)		20,0	20,0	20,0
Longitud de los dedos	II	15,0	6,0	9,0
	III	20,0	12,0	16,0
	IV	12,0	7,0	10,0
Ángulo entre los dedos	II-III	40	29	34
	III-IV	34	21	27
	II-IV	64	37	54
Zancada izquierda				
derecha				268
Paso izquierdo-derecho				139
derecho-izquierdo				130
Amplitud de rastrillada				2,5
Luz de rastrillada				22
Ángulo de paso	izquierdo			176
	derecho			
Orientación	izquierdo			-2
	derecho			
Terminación de los dedos		Redondeada		
Talón		Saliente y redondeado		
Observaciones		Ornitópodo de patas largas		

Tabla 8: Rastrillada H del yacimiento Soto.1. Número de huellas: 4. Figuras 9, 15

		Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (1)		47,0	40,0	44,0
Anchura del pie (a)		35,0	34,0	34,0
Longitud de los dedos	II	19,0	19,0	19,0
	III	26,0	20,0	23,0
	IV	20,0	16,0	18,0
Ángulo entre los dedos	II-III	8	4	6
	III-IV	35	19	27
	II-IV	43	22	32
Zancada izquierda				
derecha		221	206	214
Paso izquierdo-derecho				102
derecho-izquierdo		121	112	116
Amplitud de rastrillada		10	4	6
Luz de rastrillada		59	43	51
Ángulo de paso	izquierdo	173	155	164
	derecho			
Orientación	izquierdo			-2
	derecho			
Terminación de los dedos		Redondeada		
Observaciones		Pie ancho; muy grande; sin almohadillas; la marcha debe ser con giro, y el valor de la amplitud y luz de restrillada han de considerarse de forma que la amplitud no será menor que el valor dado y la luz no será mayor		

Tabla 9: Rastrillada I del yacimiento Soto.1. Número de huellas: 2. Figuras 10, 15

	Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (l)			
Anchura del pie (a)	25,0	21,0	23,0
Longitud de los dedos			
II	12,0	10,0	11,0
III	17,0	13,0	16,0
IV	14,0	7,0	11,0
Ángulo entre los dedos			
II-III			34
III-IV	29	12	20
II-IV			38
Zancada izquierda			
derecha			
Paso izquierdo-derecho			
derecho-izquierdo			76
Amplitud de rastrillada			
Luz de rastrillada			
Ángulo de paso izquierdo			
derecho			
Orientación izquierdo			
derecho			
Terminación de los dedos	Redondeada		
Forma de los dedos	Normal		
Talón	No se aprecia, aunque es posible que sea saliente		
Observaciones	Rastrillada pequeña; pies de difícil identificación, pero es claro que es un terópodo, quizá <i>Tyrannosauroides</i>		

Tabla 10: Rastrillada J del yacimiento Soto.1. Número de huellas: 2. Figuras 10, 15

	Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (l)			25,0
Anchura del pie (a)			16,0
Longitud de los dedos			
II			12,0
III			16,0
IV			11,0
Ángulo entre los dedos			
II-III			22
III-IV			42
II-IV			68
Zancada izquierda			
derecha			
Paso izquierdo-derecho			
derecho-izquierdo			110
Amplitud de rastrillada			
Luz de rastrillada			
Ángulo de paso izquierdo			
derecho			
Orientación izquierdo			
derecho			
Talón	Saliente y picudo; posible hallux		
Observaciones	Almohadillas posiblemente 2,3,3		

Tabla 11: Rastrillada K del yacimiento Soto.1. Número de huellas: 3. Figuras 10, 15

		Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (1)				27,0
Anchura del pie (a)		30,0	27,0	29,0
Longitud de los dedos	II	14,0	10,0	11,0
	III	15,0	10,0	12,0
	IV	12,0	10,0	11,0
Ángulo entre los dedos	II-III			29
	III-IV	50	37	43
	II-IV			66
Zancada izquierda				
derecha				141
Paso izquierdo-derecho				70
derecho-izquierdo				72
Amplitud de rastrillada				2
Luz de rastrillada				30
Ángulo de paso izquierdo				176
derecho				
Orientación izquierdo				
derecho				9
Terminación de los dedos	Redonda con uñas no picudas			
Forma de los dedos	Redondeada			
Talón	Saliente y redondeado			
Observaciones	<i>Iguanodontidea</i> cuya huella central ha girado, por lo que no se deben considerar el ángulo de paso ni la luz ni amplitud de rastrillada. En la huella 2ª la terminación de los dedos puede corresponder a uñas anchas, no afiladas			

Tabla 12: Rastrillada L del yacimiento Soto.1. Número de huellas: 3. Figuras 11, 15

		Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (1)		25,0	25,0	25,0
Anchura del pie (a)		19,0	19,0	19,0
Longitud de los dedos	II	12,0	12,0	12,0
	III	19,0	17,0	18,0
	IV	12,0	11,0	12,0
Ángulo entre los dedos	II-III	26	20	22
	III-IV	22	11	17
	II-IV	44	32	39
Zancada izquierda				
derecha				378
Paso izquierdo-derecho				190
derecho-izquierdo				190
Amplitud de rastrillada				4
Luz de rastrillada				31
Ángulo de paso izquierdo				
derecho				176
Orientación izquierdo				
derecho				14
Terminación de los dedos	En punta por las uñas			
Forma de los dedos	Esbeltos			
Talón	Redondeado			
Observaciones	Para el cálculo de la altura se ha considerado la misma fórmula que para los carnosauros, puesto que dan la cadera más alta para la misma medida de pie. Es posible que falten huellas intermedias, pero no se aprecian			

Tabla 13: Rastrillada M del yacimiento Soto.1. Número de huellas: 2. Figuras 12, 15

	Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (1)			21,0
Anchura del pie (a)	22,0	20,0	21,0
Longitud de los dedos			
II	9,0	7,0	8,0
III	11,0	10,0	11,0
IV	10,0	7,0	9,0
Ángulo entre los dedos			
II-III	46	34	40
III-IV	50	36	43
II-IV	96	69	82
Zancada izquierda			
derecha			
Paso izquierdo-derecho			
derecho-izquierdo			77
Amplitud de rastrillada			
Luz de rastrillada			
Ángulo de paso izquierdo			
derecho			
Orientación izquierdo			
derecho			
Terminación de los dedos	Redondeada		
Forma de los dedos	Anchos y redondeados		
Talón	Posiblemente redondeado		
Observaciones	Clasificación dudosa, posible ornitópodo		

Tabla 14: Rastrillada N del yacimiento Soto.1. Número de huellas: 2. Figuras 12, 15

	Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (1)			21,0
Anchura del pie (a)	22,0	19,0	21,0
Longitud de los dedos			
II	11,0	10,0	11,0
III			12,0
IV			12,0
Ángulo entre los dedos			
II-III	16	11	13
III-IV	20	16	18
II-IV	36	19	27
Zancada izquierda			
derecha			
Paso izquierdo-derecho			
derecho-izquierdo			111
Amplitud de rastrillada			
Luz de rastrillada			
Ángulo de paso izquierdo			
derecho			
Orientación izquierdo			
derecho			
Terminación de los dedos	Redondeada		
Talón	Redondeado		
Observaciones	Terópodo probable por el paralelismo de los dedos aunque la terminación y la posible fórmula de las almohadillas 1,1,1 indique un ornitópodo como la huella M		

Tabla 15: Rastrillada O del yacimiento Soto.1. Número de huellas: 2. Figuras 12, 15

	Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (1)			
Anchura del pie (a)			
Longitud de los dedos	II		
	III		
	IV		
Ángulo entre los dedos	II-III		
	III-IV		
	II-IV		
Zancada izquierda			
derecha			
Paso izquierdo-derecho			
derecho-izquierdo			
Amplitud de rastrillada			
Luz de rastrillada			
Ángulo de paso izquierdo			
derecho			
Orientación izquierdo			
derecho			
Terminación de los dedos			
Forma de los dedos			
Talón			
Observaciones	Huellas no identificables; es posible que sean del mismo tipo que la huella D, si se tiene en cuenta la anchura y disposición de la primera huella O		

Tabla 16: Rastrillada P del yacimiento Soto.1. Número de huellas: 2. Figuras 13, 14

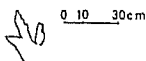
	Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (1)			24,0
Anchura del pie (a)			25,0
Longitud de los dedos	II		11,0
	III		14,0
	IV		
Ángulo entre los dedos	II-III		49
	III-IV		33
	II-IV		
Zancada izquierda			
derecha			
Paso izquierdo-derecho			
derecho-izquierdo			94
Amplitud de rastrillada			
Luz de rastrillada			
Ángulo de paso izquierdo			
derecho			
Orientación izquierdo			
derecho			
Terminación de los dedos	Aguda por las uñas		
Forma de los dedos	Ancha y abierta		
Talón	Saliente		
Observaciones	Ornitópodo		

Tabla 17: Rastrillada Q del yacimiento Soto. I. Número de huellas: 3. Figuras 13, 14

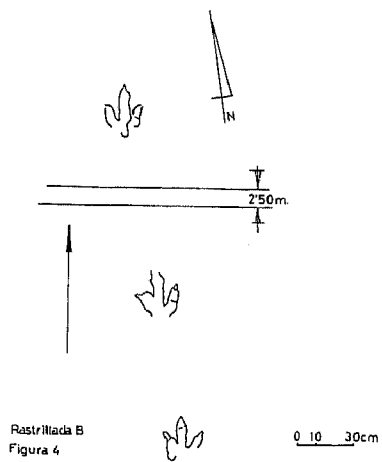
	Máximo	Mínimo	Media
Longitud del pie (l)	27,0	21,0	24,0
Anchura del pie (a)	27,0	25,0	26,0
Longitud de los dedos			
II			
III			
IV			
Ángulo entre los dedos	36	29	32
II-III			45
III-IV			74
II-IV			
Zancada izquierda			
derecha			153
Paso izquierdo-derecho			69
derecho-izquierdo			89
Amplitud de rastrillada			4
Luz de rastrillada			32
Ángulo de paso izquierdo			168
derecho			
Orientación izquierdo			16
derecho			
Terminación de los dedos	Redondeada		
Forma de los dedos	Ancha		
Talón	Redondeado, algo saliente		
Observaciones	Posiblemente con membrana; ornitópedo; debido a la dificultad de medidas no se indican más datos		



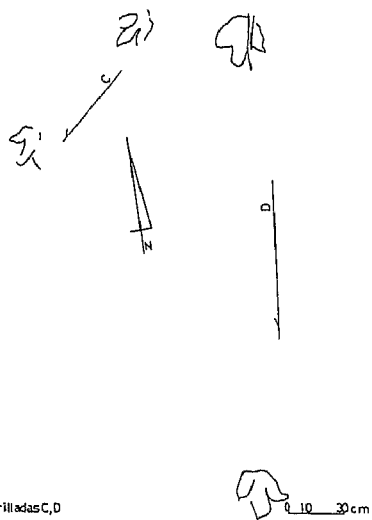
Rastrillada A
Figura 3

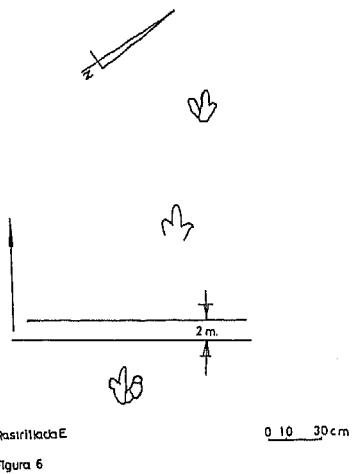


HUELLAS DE DINOSAURIO EN SOTO DE CAMEROS (LA RIOJA, ESPAÑA)

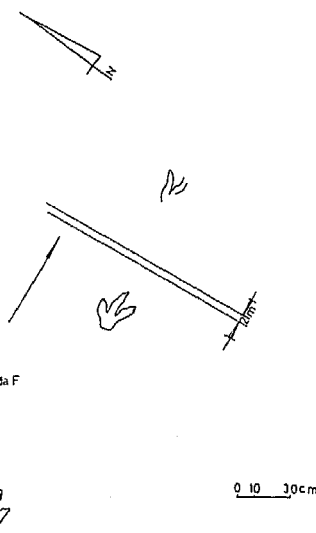


Rastrilladas C,D
Figura 5



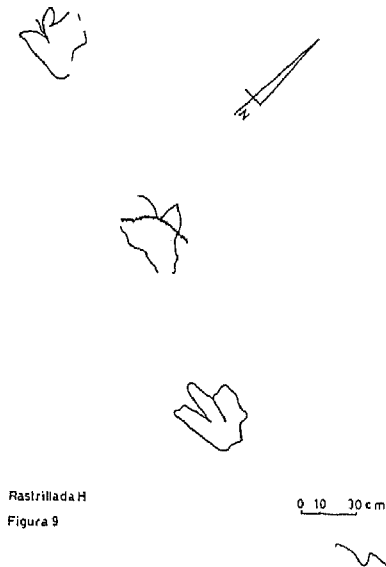
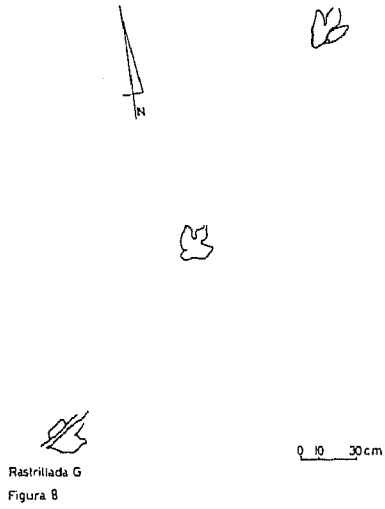


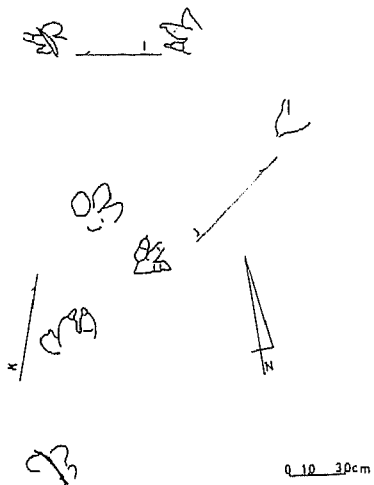
Rastrillada E
Figura 6



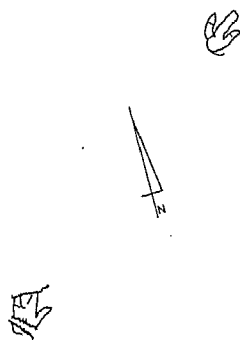
Rastrillada F
Figura 7

HUELLAS DE DINOSAURIO EN SOTO DE CAMEROS (LA RIOJA, ESPAÑA)





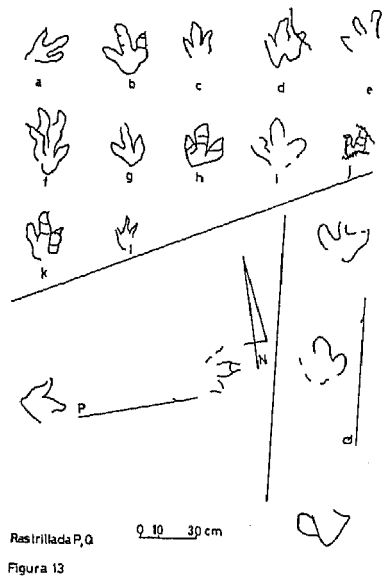
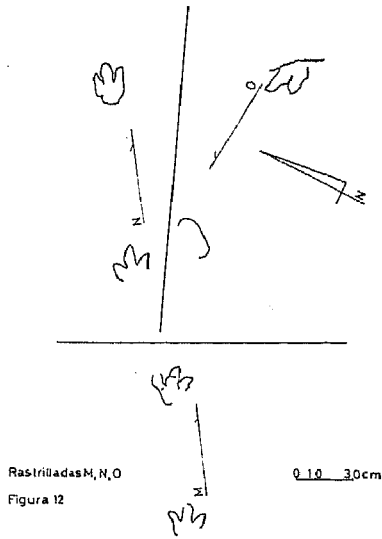
Rastrilladas I, J, K
Figura 10

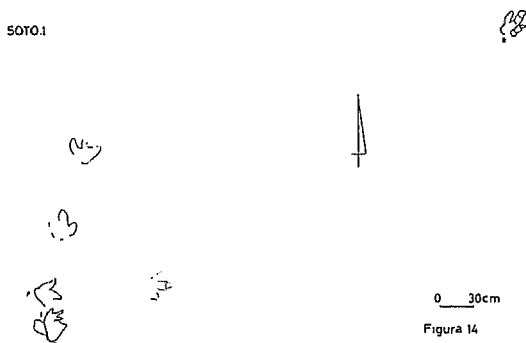


Rastrillada L
Figura 11



HUELLAS DE DINOSAURIO EN SOTO DE CAMEROS (LA RIOJA, ESPAÑA)





3. APLICACIÓN DEL CÁLCULO DE LA VELOCIDAD

El valor numérico que se asigna en la tabla 18 a los conceptos o relaciones expresadas viene dado por la media de los valores individualmente medidos o calculados. Por ejemplo, 1 indica el valor medio de la longitud de todas las huellas de la misma rastrillada; h indica el valor medio de la altura calculada usando la longitud de cada una de las huellas de la misma rastrillada.

A la vista de la Tabla 18 se observa la variación debida a la aplicación de diferentes fórmulas para el cálculo de la velocidad de los dinosaurios: métodos de Alexander (1976), Demathieu (1986) y Thulborn (1984).

La velocidad de 7 km/h (Demathieu, rastrillada G) o de 17 km/h (Thulborn, misma rastrillada) y la de 22 km/h (Thulborn, rastrillada L) son muy grandes y aparentemente desproporcionadas. Los datos de zancada en relación con la altura (rastrillada L) son tan exagerados que no se encuentran detallados en la tabla de Demathieu (1986). Aunque el afloramiento no es de características excepcionales, resulta dudoso que falten huellas alternas suficientes para que la velocidad deducida sea menor.

El hecho de que: son rastrilladas cortas (aquellas en las que se ha calculado la velocidad son de tres huellas excepto la H que tiene cuatro); faltan huellas intermedias en las rastrilladas B, E, F; y que hay 10 icnitas aisladas, no relacionables con ninguna otra, lo que supone casi un 20% del total, hace que el yacimiento deba examinarse con muchas precauciones.

Introducir huellas intermedias permitiría pensar que los 22 km/h de velocidad (según la fórmula de Thulborn usando 378 cm. de zancada) en la rastrillada L es falso. En el caso de que el paso asignado fuera la zancada, la velocidad sería 6 km/h. Teniendo en cuenta la forma de los dedos, parece que es el mismo pie el que se impresiona en las tres huellas, por lo que es posible que sea la segunda la velocidad real, y las huellas sean todas del mismo pie.

Aproximaciones de este tipo las podemos hacer en todas las rastrilladas, y por ello consideramos que con tres huellas este tipo de cálculos no son fiables.

Tabla 18: Yacimiento Soto.1

R	I	a	(I-a)/a	II	III	IV	III/I	II-III	II-IV	A	O	Ar	Ar/I	Z	Z/I	Lr	P	h	Z/h	VI	V2
A	27	21	0,25	14	19	13	0,7	20	51	180	0	0,0	0,0	233	8,6	21	117	142	1,6	7,6	5,3
B	26	23	0,08	11	16	12	0,5	7	40	--	--	--	--	--	--	--	81	137	--	--	--
C	24	17	0,14	--	15	10	0,4	26	48	--	--	--	--	--	--	--	86	127	--	--	--
D	27	28	-0,03	15	16	15	0,6	31	63	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
E	20	17	0,10	5	11	11	0,5	33	66	--	--	--	--	--	--	--	--	69	102	--	--
F	24	18	0,30	12	14	8	0,6	31	55	--	--	--	--	--	--	--	131	128	--	--	--
G	22	20	0,10	9	16	10	1,0	34	54	176	-2	2,5	0,1	268	12,2	22	135	114	2,3	17,0	7,0
H	44	34	0,30	19	23	18	0,4	6	32	164	-2	6,0	0,1	214	4,8	51	109	210	1,0	4,2	4,0
I	--	23	--	11	16	11	--	18	38	--	--	--	--	--	--	--	76	--	--	--	--
J	25	16	0,50	12	16	11	0,6	22	68	--	--	--	--	--	--	--	110	132	--	--	--
K	27	19	-0,07	11	12	11	0,4	29	66	176	9	2,0	0,07	141	5,0	30	71	176	0,8	2,6	¿?
L	25	19	0,30	12	18	12	0,7	22	39	176	14	3,7	0,14	378	15,1	31	190	132	2,8	5,9	¿?
M	21	21	0,00	8	11	9	0,5	40	82	--	--	--	--	--	--	--	77	--	--	--	--
N	21	21	0,00	11	12	12	0,6	13	27	--	--	--	--	--	--	--	111	114	--	--	--
O	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
P	24	25	-0,04	11	14	¿?	0,6	49	82	--	--	--	--	--	--	--	94	150	--	--	--
Q	24	26	-0,07	--	--	--	--	32	74	168	16	3,7	0,15	153	6,4	33	117	150	1,0	3,6	35

R: Rastrillada
 I: longitud del pie
 a: anchura del pie
 II, III, IV: Longitud de los dedos
 II-III: ángulo entre dedos II y III
 II-IV: ángulo entre dedos II y IV
 A: ángulo de paso
 O: orientación
 Ar: amplitud de rastrillada
 Z: zancada
 Lr: luz de rastrillada
 P: paso
 h: altura del acetábulo
 VI: velocidad según Alexander o Tnulborn
 V2: velocidad según Demathieu

En el caso de la rastrillada G (h correspondiente a ornitópodos corredores: Thulborn, 1984), la velocidad obtenida es suficientemente grande para examinarla utilizando los criterios de Thulborn o de Demathieu. Según el primero de los autores, sale una velocidad de 17 km/h, mientras que para el autor francés es de 7 km/h. Esto se traduce en 3,6 pasos por segundo en el primer caso, y 1,7 en el segundo. Esta diferencia se basa en la pequeña altura deducida para el acetábulo según los cálculos de Thulborn, que ha de compensarse con una gran velocidad para poder dar zancadas tan grandes.

En la rastrillada A, la gran zancada implica velocidad tal para los cálculos según las fórmulas de Thulborn (1984) que tiene que dar casi dos pasos por segundo, mientras que para Demathieu (1986) salen 1,2.

4. CONCLUSIONES

Se cita un nuevo yacimiento de La Rioja con 53 huellas de dinosaurio. De estas, 30 son de terópodos, 14 de ornitópodos y 9 de dudosa atribución. De los terópodos, una es de coelurosaurio, 21 de tiranosáuridos, 6 de megalosáuridos y 2 no determinables.

Del estudio de la velocidad salen valores muy altos que pueden deberse a la obliteración de algunas huellas intermedias, a pesar de ello, los datos de campo son contrarios a tal posibilidad. El examen detallado del afloramiento no permite mayores precisiones. La diferencia de valores obtenidos utilizando los diferentes criterios dan resultados tan distintos que nos hacen pensar en abandonar el afloramiento hasta la aparición de nuevas precisiones en las fórmulas.

5. AGRADECIMIENTOS

A los Srs. Alonso Espinosa, Berolegui y del Grado Sanz que nos enseñaron el afloramiento. A los alumnos del Colegio Universitario de La Rioja que nos ayudaron en el levantamiento y reproducción de las huellas.

Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto PB85-0512 de la CICYT, y de un Plan de Investigación del Instituto de Estudios Riojanos.

6. APÉNDICE

Debido al valor elevado de algunos resultados del cálculo de la velocidad, indicamos las fórmulas utilizadas y el valor de las constantes, para su comprobación. Las fórmulas están sacadas de los trabajos de Alexander (1976) y Thulborn (1984).

$$\text{Si } z / h < 2 \quad v_1 = 0,25g^{0,5}z^{1,67}h^{-1,17}$$

$$\text{Si } z / h > 2 \quad v_1 = \{gh(z/1,8h)^{2,56}\}^{0,5}$$

$$g = 9,8 \text{ metros/segundo}^2$$

z = zancada en metros

h = altura del acetábulo en metros

v₂ se ha obtenido a partir de la tabla 1, pág. 331 del trabajo de Demathieu (1986).

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, R., 1976. Estimates of speed of dinosaur. *Nature* (261). 129-130.
 Beuther, A., 1966. Geologische Untersuchungen in Wealden und Utrillas- Schichten in Westteil der Sierra de los Cameros (Nordwestliche Iberische Ketten). *Beih.Geol.Jb.* (44), 103-121.

- Brenner, F., 1976. Ostracoden und Charophyten des spanischen Wealden (Systematik, Ökologie, Stratigraphie, Paläogeographie). *Paleontographica* (A, 152, 4-6), 113-201.
- Casanovas, M.L., Pérez-Lorente, F., Santafé, J.V., 1989 a. Huellas de dinosaurio en Valdenocerillo (Cornago, La Rioja, España). *Zubía*, (7), 29-35.
- Casanovas, M.L., Fernández, A., Pérez-Lorente, F., Santafé, J.V., 1989 b. *Huellas de dinosaurio de La Rioja. Yacimientos de La Senoba. La Virgen del Campo y Valdecevillo. I.E.R., Cienc. Tierra.* (12), 1-190.
- Casanovas, M.L., Fernández, A., Pérez-Lorente, F., Santafé, J.V., 1989 c. Dinosaurios coeluridos gregarios en el yacimiento de Valdevajes (La Rioja, España). *Rev. Esp. Pal.*, (6), 177-189.
- Casanovas, M.L., Pérez-Lorente, F., Santafé, J.V., Fernández, A., 1985. Nuevos datos icnológicos del Cretácico inferior de la Sierra de Cameros (La Rioja, España). *Paleont. i Evol.* (19), 3-8.
- Demathieu, G., 1986. Nouvelles recherches sur la vitesse des vertébrés, auteurs de traces fossiles. *Geobios* (19-3), 327-333.
- Goldberg, J.M., Guiraud, M., Maluski, H., Seguret, M., 1988. Caractères pétrologiques et âge du métamorphisme en contexte distensif du bassin sur décrochement de Soria (Crétacé inférieur, Nor Espagne). *C.R.A.S.* (307-II), 521-527.
- Guiraud, M., 1983. *Evolution tectono-sédimentaire du bassin wealdien (Crétacé inférieur) en relais de décrochements de Logroño-Soria (N-W Espagne). These Univ. Montpellier*, 1-176.
- Guiraud, M., Seguret, M., 1985. A releasing solitary overstep model for the late Jurassic- early Cretaceous (Wealdian) Soria strike-slip basin (Northern Spain). *S.P.E.M. sp.publ.* (37), 159-175.
- Haubold, H., 1971. *Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium. Handbuch der Paläoherpetologie. Ed. O.Kuhn.*, (18), 1-124.
- Kneuper-Haack, F., 1966. Ostracoden aus den Wealden der Sierra de los Cameros (Nordwestliche Iberische Ketten). *Beih.Geol.Jb.*, (44), 165-209.
- Salomon, J., 1982. Les formations continentales du Jurassique supérieur-Crétacé inférieur en Espagne du Nord (Chaîne Cantabrique et NW Ibérique). *Mem.Geol.Univ.Dijon.* (6), 1-228.
- Sánchez-Lozano, R. 1894. Descripción física, geológica y minera de la provincia de Logroño. *Mem.Com.Map.Geol.Esp.*, (18), 1-548.
- Sarjeant, W.A.S. 1989. "Ten paleoichnological commandments": a standardized procedure for the description of fossil vertebrate footprints. In *"Dinosaur tracks and traces"*. Eds. *Guillette y Lockley, Cambridge Univ. Press.* (-), 369-370.
- Thulborn, R. 1984. Preferred gaits of bipedal dinosaurs. *Alcheringa*, (8), 243-252.
- Tischer, G. 1966. Über die Wealden-Ablagerung und die Tektonik der östlichen Sierra de los Cameros in den nordwestlichen Iberischen Ketten (Sapanien). *Beih.Geol.Jb.*, (44), 123-164.

SOTO.1



0 10 50cm

M. CAMEROVA CLAVILLAS & ROSAURRA MOURIL, A.
FERNÁNDEZ ORTEGA, F. PEREZ-LORIENTE y D. SANTIAGO
LÓPEZ. "Medios de diagnóstico en Soto de Cañeros (La Rioja,
España)", *Boletín*, 4 (1990), 46-71.

Figura 15